



– Originalbeitrag –

Herausforderungen und Chancen der Textsorte „Versuchsprotokoll“ im Biologieunterricht für Schüler:innen mit Deutsch als Erst- und Zweitsprache

Bernhard Müllner^{1,2}, Theresa Bachler¹ und Andrea Möller¹

¹Universität Wien,

AECC Biologie

²Pädagogische Hochschule Wien

ZUSAMMENFASSUNG

Die Förderung der Sprach- und Kommunikationskompetenz von Schüler:innen ist nicht nur die Aufgabe sogenannter Sprachfächer, sondern auch ein bedeutendes Ziel des Biologieunterrichts. Studien naturwissenschaftsdidaktischer Forschungen zeigen, dass die Textsorte des Versuchsprotokolls sprachbildendes Potential bietet und somit die Möglichkeit eröffnet, die fachbezogene Sprach- und Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht gezielt zu fördern. Da Schüler:innen beim Verfassen von Versuchsprotokollen auf bildungssprachliche Mittel zurückgreifen müssen, die kognitiv anspruchsvoll sind, setzt es sich diese Studie zum Ziel, typische Herausforderungen offenzulegen, denen Schüler:innen beim Schreiben begegnen. Dafür wurden 17 Versuchsprotokolle von 17 Schüler:innen im Rahmen eines inhaltsanalytischen Verfahrens ausgewertet und diskutiert, um erste Hinweise auf Unterstützungsmöglichkeiten für einen sprachsensiblen Biologieunterricht abzuleiten. Die Ergebnisse zeigen, dass das Versuchsprotokoll vor allem Schüler:innen, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, vor große Herausforderungen stellt.

Schlüsselwörter: Bildungssprache, Versuchsprotokoll, Experiment, Deutsch als Zweitsprache



– Original Paper –

Challenges and opportunities of experimental protocols in biology class for students with German as a first and second language

Bernhard Müllner^{1,2}, Theresa Bachler¹ und Andrea Möller¹

¹Universität Wien,

AECC Biologie

²Pädagogische Hochschule Wien

ABSTRACT

The promotion of students' language and communication competence in school is not only the responsibility of so-called language subjects, but also an important objective in biology education. Studies in the field of science education research show that experimental protocols have language-building potential and thus open up the possibility of specifically promoting subject specific language and communication competence in biology lessons. When writing experimental protocols, learners have to apply language of schooling, which is cognitively demanding. Therefore, this study aims to reveal typical challenges that students encounter during writing. For this purpose, 17 experimental protocols of 17 students were investigated within the framework of a content analysis in order to derive information about possible educational needs and opportunities for language-sensitive biology teaching. The results show that the experimental protocol is especially challenging for students whose first language is not German.

Key words: Language of Schooling, Experimental Protocols, Experiments, Second Language

1 Einleitung

Bereits 1987 stellten Steinmüller und Scharnhorst fest, dass „jeder Fachlehrer zugleich auch Sprachlehrer“ sei und er „diese Dimension seines Unterrichts in Planung und Vorbereitung einbeziehen“ (S. 9) müsse. Im Rahmen des Fachunterrichts sehen sie insbesondere die Beherrschung der Fachsprache als Voraussetzung, um dem Unterricht erfolgreich folgen zu können. Beherrschen Schüler:innen dieses spezielle Register der Sprache nicht, so bleibt diesen der „Zugang zum schulisch relevanten Wissen“ (Gogolin & Duarte, 2016, S. 479) verwehrt. Ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts muss es daher sein, Schüler:innen in ihrer fachbezogenen Sprach- und Kommunikationskompetenz zu fördern. Eine Möglichkeit dieses Ziel zu erreichen, bietet der sprachensible Unterricht, der laut Leisen (2015) erkennt, dass Sprachlernen „untrennbar mit dem Fachlernen verbunden ist“ (S. 135). Die Aufgabe der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung ist es demzufolge, sich mit der Frage nach sprachsensiblen Unterrichtskonzepten auseinanderzusetzen, die für Lehrkräfte in der Unterrichtspraxis umsetzbar sind. Sowohl zweitsprach- als auch naturwissenschaftsdidaktische Studien (Ricart Brede, 2020; Bayrak, 2020) machen deutlich, dass die Textsorte des Versuchsprotokolls die Möglichkeit bietet, einen sprachsensiblen Fachunterricht zu gestalten, da sie fachliche wie sprachliche Anforderungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts vereint. So kommt dem Versuchsprotokoll eine besondere Stellung in der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zu, da es „das Verständnis der Prinzipien des naturwissenschaftlichen Arbeitens und Argumentierens“ (Gropengießer, Kattmann & Krüger, 2010, S.86) fördern kann. Zudem wird durch das Schreiben eines Versuchsprotokolls die vielfach geforderte Gelegenheit zum aktiven Sprachhandeln im Fachunterricht (Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017) geschaffen. Ferner ist die Fähigkeit Experimente zu protokollieren, in österreichischen und deutschen Lehrplänen der Biologie als Unterrichtsziel verankert.

Nicht außer Acht gelassen werden darf allerdings, dass das Versuchsprotokoll Schüler:innen vor sprachliche Herausforderungen stellt, da sie „nicht-sprachliche Vorgänge bzw. Prozesse“ (Schroeter-Brauss, Wecker & Henrici, 2018, S. 167) des durchgeführten Experiments in schriftlicher Form festhal-

ten müssen. Die vorliegende Studie soll für Versuchsprotokolle typische Herausforderungen offenlegen, denen Schüler:innen beim Schreiben begegnen, um in weiterer Folge mögliche Unterstützungswerkzeuge für einen sprachsensiblen Biologieunterricht abzuleiten.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Facetten des naturwissenschaftlichen Unterrichts

In seiner Studie macht Osborne (2014) darauf aufmerksam, dass es „contrary to the popular image which perceives the major practice of science to be one of ‘doing experiments’“ (S. 188) vier weitere Facetten gibt, die naturwissenschaftliches Arbeiten prägen: *Reading Science*, *Talking Science*, *Writing Science* und *Representing Science*. Die Rolle des *Doing Experiments* als eine Facette des Biologieunterrichts ist seit vielen Jahren Gegenstand der biologie-didaktischen Forschung. Ein besonderer Fokus wird dabei auf die Methode des Forschenden Lernens gelegt, die das Experiment in die Unterrichtsstruktur einbindet (Kremer, Möller, Arnold & Mayer, 2019). Im Zuge dessen sollen Schüler:innen lernen, „wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und was naturwissenschaftliche Methodik und Aussagen charakterisiert“ (Mayer, 2007). Oft vernachlässigt, obwohl sie ein inhärenter Teil des Experimentierprozesses sind, werden die Produktion und Rezeption von Sprache (Müllner & Möller, 2019). So wird etwa von Lernenden erwartet, aus bereitgestellten Texten Informationen zum Ausgangsproblem und zur Forschungsfrage des Experiments zu entnehmen (Reading Science) sowie die Schritte des Experimentierprozesses in einem Versuchsprotokoll festzuhalten (Writing Science) (Kraus & Stehlik, 2008). Dabei müssen wissenschaftliche Fragen *gestellt*, Hypothesen *generiert*, das Experiment *dokumentiert*, Daten *analysiert* und in weiterer Folge *gedeutet* werden. Im Anschluss können Schüler:innen im Rahmen von Vorträgen ihre erhobenen Daten und daraus gezogenen Schlüsse mit ihren Peers teilen (Talking Science) (Bruckermann, Arnold, Kremer & Schlüter, 2017). Um diese sprachlichen Anforderungen zu bewältigen, ist es aus fachlicher Perspektive für Schüler:innen nicht ausreichend, auf sprachliche Mittel zu-

rückzugreifen, die sie in ihrer alltäglichen Kommunikation verwenden. Dieses als *Alltagssprache* bezeichnete Sprachregister kann die Lernenden zwar „recht weit tragen, sie entbehrt aber der fachspezifischen Präzision“ (Gebhard et al., 2017, S.109). Es bedarf demnach eines Sprachregisters, das in der deutschen Sprachdidaktik als *Bildungssprache* bezeichnet wird. Mit Hilfe von Bildungssprache können „gemeinsame, universale Bedeutungen“ (Gogolin & Lange, 2011, S. 112) konstruiert werden, da auf sprachliche Mittel zurückgegriffen wird, die es ermöglichen, „hoch verdichtete, kognitiv anspruchsvolle Informationen in kontextarmen, formellen Konstellationen zu übermitteln“ (Brandt & Gogolin, 2016, S. 8). Im Rahmen von Untersuchungen wurden auf lexikalisch-semantischer,

syntaktischer und textueller Ebene sprachliche Mittel der deutschen Bildungssprache identifiziert, die exemplarisch in Tabelle 1 dargestellt werden. Auf lexikalisch-semantischer Ebene unterscheiden Heppt et al. (2015) zwischen *allgemein bildungssprachlichem Vokabular* und *fachsprachlich normiertem Vokabular*. Das fachsprachlich normierte Vokabular wird in der deutschsprachigen Literatur auch als *Fachsprache* bezeichnet „which is mainly used within one specific content area“ (Heppt et al., 2015, S. 62). Folgt man dieser Definition, so ist *Fachsprache* eine Varietät der Bildungssprache, deren Erwerb in allen Fächern und somit auch im Biologieunterricht erfolgen muss, da jedes Fach seine fachsprachlichen Eigenheiten besitzt.

Tabelle 1

Auswahl sprachlicher Mittel der deutschen Bildungssprache (Gogolin et al., 2011; Heppt, Haag, Böhme & Stanat, 2015)

| A) Lexikalisch-semantische Ebene | |
|---|--|
| Sprachliche Mittel | Beispiele |
| fachsprachlich normiertes Vokabular | <i>keimen, Rezeptoren, Papille</i> |
| allgemein bildungssprachliches Vokabular | <i>Definition, Hypothese</i> |
| Nominalisierungen | <i>Bedingung, Messung</i> |
| Komposita | <i>Samenkeimung, Glasbehälter</i> |
| Präfixverben | <i>erhitzen, bewässern</i> |
| B) Syntaktische Ebene | |
| Sprachliche Mittel | Beispiele |
| unpersönliche Konstruktionen | <i>Es zeigt sich ..., Man geht davon aus ...</i> |
| Passivkonstruktionen | <i>Die erste Mutation wird vererbt.</i> |
| Tempus (z. B. Präsens beim Versuchsprotokoll) | <i>Der Versuchsleiter hält ein Lineal senkrecht am oberen Ende.</i> |
| C) Textuelle Ebene | |
| Übersatzmäßige Mittel | Beispiele |
| Fachgruppentypische Textsorten | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ lineare Texte ▪ nichtlineare Texte¹ | <i>Versuchsprotokoll, Ethogramm Diagramm, Tabelle</i> |
| Stilistische Konventionen | <i>Sachlichkeit, logische Gliederung</i> |

¹ Hier wird von einem erweiterten Textbegriff nach Kallmeyer, Klein, Meyer-Hermann, Netzer und Siebert (1974) ausgegangen.

2.2 Experimentierprozesse protokollieren

Obwohl von Schüler:innen das Protokollieren „als weniger spannend“ (Kapelari, 2017, S. 16) empfunden wird, kommt ihm laut Krabbe (2015) bei der „Vermittlung der naturwissenschaftlichen Methode des Experimentierens“ (S. 157) eine bedeutende Rolle zu. Unter Einbezug der eingesetzten Methoden und Arbeitstechniken werden während des Protokollierungsprozesses die einzelnen Schritte eines Experiments chronologisch dokumentiert, ehe die gewonnenen Daten vor dem Hintergrund der generierten Hypothese gedeutet werden (Gropengießer et al., 2010). Dieser Protokollierungsprozess verlangt von Lernenden zweierlei: einerseits eine „retrospektive Übertragungs- und Umstrukturierungsleistung“ (Krabbe, 2015, S. 171), andererseits nicht-sprachliche Ereignisse in Sprache umzusetzen und diese schriftlich zu fixieren (Moll, 2003). Als nicht-sprachliche Ereignisse sind in diesem Kontext „unmittelbare Erfahrungen“ (Heitzmann, 2019, S. 78) zu verstehen, die etwa mit der Versuchsanordnung, quantitativen bzw. qualitativen Beobachtungen und lebenden Organismen gemacht werden (Meier & Mayer, 2012).

Während sich Schüler:innen beim Experimentieren untereinander über weite Teile hinweg noch mit Hilfe der *Alltagssprache* verständigen können, bedarf es während des Protokollierungsprozesses der Beherrschung der *Bildungssprache*, um nicht-sprachliche Ereignisse zu verschriftlichen. Dieser Zustand ist den Kommunikationsbedingungen der beiden Sprachregister geschuldet. Kommunizieren die Schüler:innen während des Experiments mündlich miteinander, so geschieht dies in raumzeitlicher Nähe und mit einer damit verbundenen Situationsverschränkung (Tajmel, 2017a): Die alltagssprachliche Beschreibung einer Beobachtung mit den Worten „hier bewegt sich das da nach oben“ könnte durch die Einbindung der Situation für Anwesende durchaus Sinn ergeben. Verschriftlicht ist diese Beschreibung durch die Situations- und Handlungsentbindung sowie durch die räumliche Distanz der Leser:innen (Gogolin et al., 2016) allerdings nicht präzise genug. Es muss auf bildungssprachliche Mittel zurückgegriffen werden, um die Beobachtung fachlich akkurat zu Papier zu bringen. Vor allem Schüler:innen, deren Erstsprache nicht Deutsch ist, stehen im Zuge dessen vor der Herausforderung, einer Doppelaufgabe gerecht zu werden: Nicht nur müssen sie die Hürde meistern, „eine Sache zu lernen“,

sondern auch „die Sprache zur Sache, die für sie in der Regel die Zweitsprache ist“ (Gogolin et al., 2011, S. 122).

2.2.1 Struktureller Aufbau und sprachliche Charakteristika des Versuchsprotokolls. Obwohl im Biologieunterricht oftmals das Protokollieren von Experimentierprozessen mit dem Schreiben eines Versuchsprotokolls Hand in Hand geht, ist die Sprachhandlung *protokollieren* nicht notwendigerweise an die Textsorte des Versuchsprotokolls gebunden. Hingegen ist für das Versuchsprotokoll die Fähigkeit zu protokollieren unerlässlich. Ihm liegen allerdings auch andere Sprachhandlungen wie *beschreiben*, *erklären* und *argumentieren* zugrunde (Müllner et al., 2019), die stark an die schriftförmige Sprache gebunden sind (Tajmel, 2017b). Herrscht ein „Mangel an Schriftorientierung“ (Gogolin et al., 2011, S. 109) im Elternhaus vor, so können diese Sprachhandlungen Schüler:innen vor erhebliche Schwierigkeiten stellen.

Im Gegensatz zu einer Versuchsplanung, die einem Experiment vorangestellt ist, und Laborbüchern, die zeitgleich zum Experiment entstehen, wird die Textsorte des Versuchsprotokolls retrospektiv geschrieben (Krabbe, 2015). Wie andere Textsorten auch, lässt sich das Versuchsprotokoll als typische Verbindung „von kontextuellen (situativen), kommunikativ-funktionalen und strukturellen (grammatischen und thematischen) Merkmalen beschreiben“ (Brinker, 2001, S. 125). In Anlehnung an die Schritte des Experimentierprozesses (Kremer et al., 2019) gliedert sich das Versuchsprotokoll in die Abschnitte *Fragestellung*, *Hypothesenbildung*, *Durchführung*, *Ergebnisse* und *Diskussion der Ergebnisse*. Jedem dieser Protokollteile sind bestimmte Sprachhandlungen sowie bildungssprachliche Mittel eigen (Tab. 2). Als übergreifende sprachliche Merkmale des Versuchsprotokolls nennt Bayrak (2020) unter anderem das Tempus Präsens sowie einen unpersönlichen Stil, der durch Passivkonstruktionen und Satzkonstruktionen mit *man* bzw. *es* erreicht wird. In der unpersönlichen Gestaltung des Versuchsprotokolls sieht sie die Möglichkeit, Handlungen und Beobachtungen des Experimentierprozesses und nicht den Experimentierenden selbst in den Fokus zu nehmen. Der Einsatz des Präsens als durchgehende Zeitform dient der Generalisierung eines Sachverhalts.

Tabelle 2

Struktureller Aufbau, sprachliche Indikatoren und die Schritte des Experimentierprozesses von Versuchsprotokollen (verändert nach Müllner et al., 2019)

| Protokollteil | Sprachhandlung | bildungssprachliche Mittel | Schritte des Experimentierprozesses |
|--|-----------------------------------|--|--|
| Fragestellung <i>Es wird der Forschungsgegenstand benannt und der kausale Zusammenhang zweier Variablen erfragt.</i> | <i>erfragen</i> | <i>Entscheidungsfragen</i> „Keimen Kressesamen ohne Licht?“ <i>Ergänzungsfragen</i> „Unter welchen Bedingungen keimen Kressesamen?“ | <i>Naturwissenschaftliche Frage (an die Natur) stellen</i> |
| Hypothesenbildung <i>Es wird auf Basis der Forschungsfrage eine begründete Hypothese formuliert.</i> | <i>vermuten & erklären</i> | <i>Konditionalsätze</i> „ Wenn Kressesamen nicht bewässert werden, dann keimen sie nicht, da durch das Wasser der Same aufquillt und die Samenschale sprengt.“ | <i>Ideen und Vermutungen sammeln und Hypothesen aufstellen</i> |
| Durchführung <i>Die einzelnen Handlungsschritte des Experiments werden unter Verwendung der eingesetzten Materialien und Methoden so beschrieben, dass diese reproduzierbar sind.</i> | <i>beschreiben</i> | <i>unpersönliche Konstruktionen</i> „ Man setzt die Kresse-samen in die Erde ein.“ <i>Passivkonstruktionen</i> „Es werden die Kressesamen in die Erde eingesetzt .“ <i>temporale Ausdrücke</i> „ Zuerst werden die Samen in die Erde eingesetzt. Danach werden sie bewässert.“ | <i>Planen eines Experiments</i> <i>Durchführung des Experiments</i> |
| Ergebnisse <i>Die im Zuge des Experiments gewonnenen Daten werden unter Rückgriff auf verschiedene Repräsentationsformen aufbereitet.</i> | <i>beschreiben</i> | <i>Konjunktionalsätze</i> „Man kann beobachten, dass ...“ <i>Adjektive zur qualitativen Beschreibung der Ergebnisse</i> „Nach drei Wochen zeigen die Laubblätter eine purpurne Färbung.“ | <i>Daten analysieren und Schlussfolgerungen ziehen</i> |
| Diskussion der Ergebnisse <i>Die in der Datenauswertung aufbereiteten Daten werden vor dem Hintergrund der aufgestellten Hypothese gedeutet.</i> | <i>argumentieren & deuten</i> | <i>Kausalsätze</i> „Die Laubblätter haben sich purpurfarben verfärbt, weil die Pflanze an einem Phosphormangel leidet.“ | |

3 Ziel und Forschungsfrage

Im Zentrum der vorliegenden Studie steht die kritische Auseinandersetzung mit der Textsorte des Versuchsprotokolls im Biologieunterricht. Ziel ist es, für diese Textsorte typische Herausforderungen offenzulegen, denen Schüler:innen mit Deutsch als Erst- und Zweitsprache beim Schreiben be-

gegenen, um in weiterer Folge erste Hinweise auf Unterstützungsmöglichkeiten für einen sprachsensiblen Biologieunterricht abzuleiten. Folgende Forschungsfragen leiten die Untersuchung an:

- 1) Vor welche bildungssprachlichen Herausforderungen stellt die Textsorte des Versuchsprotokolls Schüler:innen im Biologieunterricht?

- 2) Zeigen sich Unterschiede auf lexikalisch-semanticischer und textueller Ebene zwischen Versuchsprotokollen von Schüler:innen mit Deutsch als Erst- und Zweitsprache?

4 Methodik

Um typische Herausforderungen beim Verfassen von Versuchsprotokollen offenzulegen, wurden von 17 Schüler:innen (Jg. 10, Gymnasium, 35,3 % weibl., 47,1 % Deutsch als Zweitsprache) Versuchsprotokolle analysiert. In Anlehnung an Tajmels Forschungsdesign zur Sprachhandlungsfähigkeit von Schüler:innen im Physikunterricht (2017b) fand auch im Rahmen dieser Studie keine Erhebung des Sprachstands der Schüler:innen statt. Grund dafür ist der vorrangige Fokus auf die Herausforderungen, die die fachtypische Textsorte des Versuchsprotokolls an Lernende stellt, und nicht die Sprachkompetenz der Schüler:innen.

4.1 Empirisches Datenmaterial

Das Datenmaterial entstammt einem Pool anonymisierter Versuchsprotokolle zu verschiedenen Experimenten, die dem Forscher:innenteam von einer Biologielehrkraft zur Verfügung gestellt wurden. Die für diese Studie ausgewählten 17 Versuchsprotokolle entstanden in Partnerarbeiten, in denen die Schüler:innen Experimente zur Keimung von Kressesamen planten und durchführten. Zu Beginn der Einheit wurde den Schüler:innen von der Lehrkraft eine Experimentieranleitung ausgehändigt. Diese beinhaltete die bereits vorformulierte Forschungsfrage („Welche Bedingungen sind günstig für das Keimen von Pflanzen?“) sowie die weiterführenden Arbeitsschritte. Die Lernenden sollten Hypothesen generieren sowie ein Experiment planen und durchführen, mit dem sie ihre Vermutungen überprüfen können. Die gewonnenen Ergebnisse mussten anschließend gedeutet werden. Als Materialien standen den Schüler:innen Erde, Watte und Eierkartons bzw. Pflanzenschälchen zur Verfügung.

4.2 Datenanalyse

Um zu ermitteln, vor welche Herausforderungen Schüler:innen beim Schreiben eines Versuchsprotokolls gestellt werden, wurden die Versuchsprotokolle mithilfe eines inhaltsanalytischen Verfahrens

(Mayring, 2008) systematisch analysiert. Im Gegensatz zu einer holistischen Betrachtung kann eine inhaltsanalytisch vorgehende Textbeurteilung einzelne Dimensionen eines Textes fokussieren, um ein differenziertes Bild von ihm zu bekommen (Lindauer & Sommer, 2018). Die in dieser Studie in den Fokus genommenen Dimensionen ergeben sich aus den in Tabelle 1 gezeigten Indikatoren der deutschen Bildungssprache. Diese Indikatoren werden durch verschiedene Kategorien eines mehrstufigen Kategoriensystems abgebildet. Ein solches Kategoriensystem wurde bereits in einer vorangegangenen Studie entwickelt und evaluiert (Müllner et al., 2019). Die Auswertung der Interrater-Reliabilität zeigte, dass „sich das Analyseinstrument grundsätzlich eignet, die sprachliche und fachliche Qualität von Versuchsprotokollen zu diagnostizieren“ (S. 37), allerdings einige Kategorien noch weiterer Ausschärfung bedurften. Das auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse überarbeitete Kategoriensystem wird nun in dieser Studie eingesetzt. Anzumerken ist, dass die Daten dieser Studie nur die schriftsprachliche Qualität der Versuchsprotokolle und somit das Produkt sprachlicher Handlungen abbilden, nicht aber die dahinterliegenden kognitiven Prozesse.

4.2.1 Struktureller Aufbau und sprachliche Charakteristika des Versuchsprotokolls. Der Fokus der Textanalyse dieser Publikation liegt auf den beiden Hauptkategorien *Lexik & Semantik* und *Text* sowie auf fünf ausgewählten Unterkategorien. Die für die Textanalyse verwendeten Kategorien wurden deduktiv aus der einschlägigen Fachliteratur (Tab. 3) gebildet. Tabelle 4 zeigt den Kodierleitfaden der für diese Studie ausgewählten Unterkategorien im Hinblick auf die Bildungssprache. Tabelle 5 zeigt die aus den Analysen abgeleiteten Niveaustufen in den einzelnen Teilschritten des Experimentierprozesses. Der Teilschritt *Fragestellung* entfiel, da dieser im Rahmen der Experimentieranleitung von der Lehrkraft vorgegeben war.

4.2.2 Datenauswertung. Wie bereits Kapitel 2.2.1 gezeigt hat, verlangen die jeweiligen Teile des Versuchsprotokolls den Schüler:innen unterschiedliche bildungssprachliche Kompetenzen ab. Dementsprechend wurde im Zuge der Datenauswertung auch jeder Protokollteil (n=47) gesondert analysiert, um in weiterer Folge „etwaige Unterschiede in Bezug auf

Tabelle 3

Überblick über die Haupt- und Unterkategorien sowie Studien, die zur Kategorienbildung herangezogen wurden

| Hauptkategorie | | Unterkategorie |
|----------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Lexik & Semantik | Biologisch normierte Wörter (nach Heppt et al., 2015) |
| | | Allgemein bildungssprachliche Wörter (Heppt et al., 2015) |
| | | Alltagssprachliche Wörter (Rincke, 2010) |
| | | Unpräzise Wörter und Phrasen (Tajmel, 2017b; Bayrak, 2020) |
| | | Wortneuschöpfungen |
| 2 | Syntax | Satzgefüge |
| | | Tempus |
| | | Flexion |
| | | Unpersönliche Konstruktionen * |
| 3 | Text | Textkohärenz |
| | | Teilschritte des Experimentierprozesses (Grube, 2010; Kremer et al., 2019) |
| | | Realistisch bildliche Darstellungsform ** |
| | | Logisch bildliche Darstellungsform ** |
| | | Tabellarische Darstellungsform ** |
| * | im Protokollteil <i>Durchführung</i> | |
| ** | im Protokollteil <i>Ergebnisse</i> | |

Tabelle 4

Kodierleitfaden ausgewählter Unterkategorien im Hinblick auf die Umsetzung der Bildungssprache

| Unterkategorie | Beschreibung | Beispiele |
|--------------------------------------|--|---|
| biologisch normierte Wörter | Wörter, auf die Lernende im schulischen Kontext zurückgreifen und deren Einsatz für den Fachbereich Biologie typisch ist. | Nomen: <i>Keimung, Same</i> Verben: <i>keimen</i> |
| allgemein bildungssprachliche Wörter | Wörter, auf die Lernende im schulischen Kontext zurückgreifen. | Nomen (inkl. Komposita): <i>Pflanzenschälchen, Wasserkonzentration</i> (Präfix-)Verben: <i>herstellen, strömen</i> |
| alltagssprachliche Wörter | Wörter, auf die Lernende in ihrer alltäglichen Kommunikation zurückgreifen und deren <i>intendierte Bedeutung im fachlichen Kontext verstanden</i> wird. | Nomen: <i>Pflanzen, Zeit</i> Verben: <i>arbeiten</i> |
| unpräzise Wörter und Phrasen | Wörter und Phrasen, deren <i>Einsatz im fachlichen Kontext unpräzise ist bzw. die aufgrund ihrer Anbindung an die Alltagssprache unangemessen</i> sind. | <i>hineintun, machen, noch dazu, Samen Korn</i> |

Tabelle 5

Kodierleitfaden ausgewählter Unterkategorien im Hinblick auf die Umsetzung der Güte der Teilschritte des Experimentierprozesses

| Unterkategorie | Niveaustufen | | | |
|-----------------------------------|---|---|--|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Teilschritt: Hypothesenbildung | Hypothesenbildung wird auf Textebene nicht umgesetzt. | Formulierung einer Hypothese, die eine Vorhersage trifft, die im Rahmen des nachfolgenden Experiments nicht überprüfbar ist. | Formulierung einer Hypothese, die eine Vorhersage der zu erwartenden Ergebnisse beinhaltet. Eine Begründung fehlt. | Formulierung einer Hypothese, die sowohl eine Vorhersage der zu erwartenden Ergebnisse als auch eine Begründung beinhaltet. |
| Teilschritt: Durchführung * | Durchführung wird auf Textebene nicht umgesetzt. | Die einzelnen Handlungsschritte des Experiments werden lückenhaft dokumentiert. Wichtige inhaltliche Elemente fehlen. (E1, E2) | Die einzelnen Handlungsschritte des Experiments sind unpräzise dokumentiert und dadurch nicht gut reproduzierbar. (E1, E2, E3) | Die einzelnen Handlungsschritte des Experiments sind präzise dokumentiert und dadurch gut reproduzierbar. (E1, E2, E3, E4, E5) |
| Teilschritt: Diskussion | Diskussion wird auf Textebene nicht umgesetzt. | Die Schlussfolgerung der gewonnenen Daten wird unter Einbezug reflexiver Aussagen gezogen. | Die gewonnenen Daten werden wertneutral geäußert. Die Schlussfolgerung wird vor dem Hintergrund der Fragestellung unpräzise oder falsch gezogen. | Die gewonnenen Daten werden wertneutral geäußert. Die Schlussfolgerung wird vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich korrekt gezogen. |

* Die Elemente des inhaltlichen Erwartungshorizonts (E1-E5) sind in Tabelle 6 zu finden.

Tabelle 6

Inhaltlicher Erwartungshorizont zum Teilschritt Durchführung am Beispiel der Samenkeimung

| Elemente | Inhaltlicher Erwartungshorizont |
|----------|--|
| E1 | Äußerungen zur Vorbereitung der Eierkartons bzw. der Pflanzenschälchen |
| E2 | Äußerungen zur Identifikation der unabhängigen Variablen (z. B. Erde & Watte, kalt & warm, Licht & Dunkelheit) |
| E3 | Äußerungen zur Identifikation des Forschungsobjekts (Kressesamen) |
| E4 | Äußerungen zur Identifikation der abhängigen Variablen (Samenkeimung) |
| E5 | Äußerungen zur Ausprägung der abhängigen Variablen |

einzelne Analyseparameter an die Textteile [...] rückzubinden“ (Ricart Brede, 2020, S. 123).

Die Kodierung selbst wurde mit Hilfe von MAXQDA von zwei Kodierer:innen durchgeführt,

um die Interkoderreliabilität zu bestimmen (Cohen's $\kappa = .82-.89$). Im Rahmen der Hauptkategorie *Lexik & Semantik* wurden bei der Kodierung Verben, die als Prädikat fungieren, sowie Substantive berück-

sichtigt. Die Fokussierung auf diese beiden Wortarten ergibt sich aus der Tatsache, dass in Fachtexten Substantive im Verhältnis zu anderen Wortarten für gewöhnlich häufiger auftreten (Buhlmann & Fearn, 2018), und Verben die Satzbildung maßgeblich determinieren (Ricart Brede, 2020).

Aufgrund des hohen interpretativen Anteils der Kodierung bei der Hauptkategorie *Text* erfolgte die Kodierung in Anlehnung an Mayring (2008) in drei Schritten über einen längeren Zeitraum hinweg. In einem ersten Schritt ordneten ein Erst- und eine Zweitkodiererin jedem Protokollteil pro Unterkategorie eine Niveaustufe zu. In einem weiteren Schritt wurden nach einem halben Jahr die Versuchsprotokolle erneut untersucht, um festzustellen, ob der/die jeweilige Kodierer:in „über verschiedene Messzeitpunkte hinweg konsistent urteilt“ (Böhme, Bremrich-Vos & Robitzsch, 2009, S. 298). Abschließend kamen die beiden Kodierer:innen zusammen und es wurden die gewonnenen Ergebnisse im Rahmen einer diskursiven Validierung verglichen und etwaige Abweichungen begründet. Konnte die Zweitkodiererin den Erstkodierer überzeugen, „dass eine Auswertung nicht dem Material oder den Regeln entsprechend vorgenommen wurde“ (Mayring, 2008, S. 13), so wurde dies als Nicht-Übereinstimmung dokumentiert. Die prozentuale Übereinstimmung nach dem dreistufigen Validierungsprozess lag letztlich bei 93,5 % (bei 6,5 % gab es keine Übereinstimmung). Dieses nicht gerade konsensuelle Vorgehen ergibt sich aus der Kritik Mayrings (2008) an dem „Ungleichgewicht zwischen den beiden Inhaltsanalytikern“. Demnach ist der Erstkodierer mit den Regeln und dem Material meist besser vertraut und hat somit „einen tieferen Einblick in die Materie“ (S. 13). Kommt es aufgrund dieses Ungleichgewichts zu einer abweichenden Auswertung der Zweitkodiererin, so wird diese Abweichung nicht berücksichtigt.

Tabelle 7

Anteil der Protokollteile in den analysierten Versuchsprotokollen

| | Hypothesenbildung | Durchführung | Ergebnisse | Diskussion d. Ergebnisse |
|------------------|-------------------|--------------|------------|--------------------------|
| absoluter Anteil | 6 | 16 | 11 | 14 |
| relativer Anteil | 35,3 % | 94,1 % | 64,7 % | 82,4 % |

5 Ergebnisse

5.1 Vorhandensein der Protokollteile

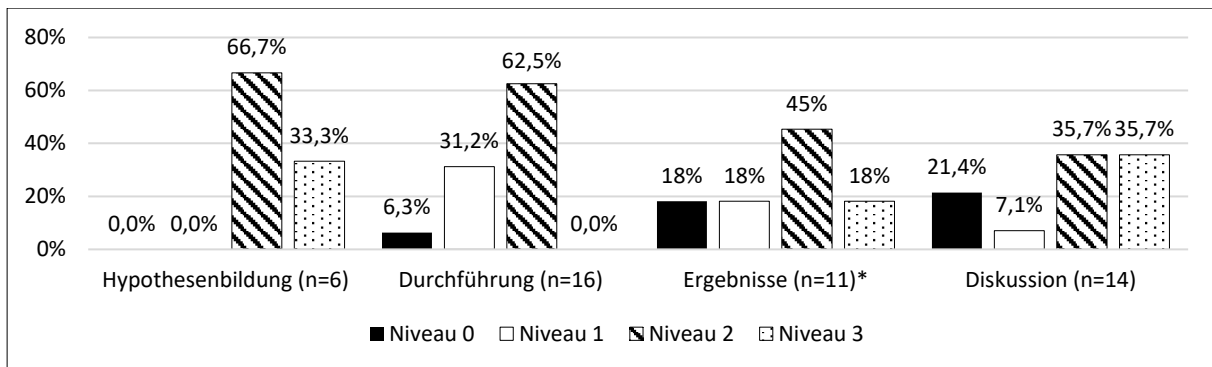
Die analysierten Versuchsprotokolle lassen über weite Teile hinweg einen für die Textsorte des Versuchsprotokolls abweichenden strukturellen Aufbau erkennen. Diese Abweichungen manifestieren sich vor allem bei dem Protokollteil *Hypothesenbildung*. Nur 6 der 17 Versuchsprotokolle weisen diesen Protokollteil auf (Tab. 7).

Das Kriterium des Vorhandenseins der jeweiligen Protokollteile wurde dann erfüllt, wenn diese als gliedernde Überschriften im Versuchsprotokoll vorhanden waren oder man anhand des Inhalts feststellen konnte, dass es sich bei den Ausführungen um eben jenen Protokollteil handelte. Lediglich bei einem einzigen Versuchsprotokoll waren alle Protokollteile vollständig vorhanden.

5.2 Darstellung der Teilschritte des Experimentierprozesses

Abbildung 1 zeigt die prozentuale Verteilung der erreichten Niveaustufen in den jeweiligen Teilschritten des Experimentierprozesses. In den folgenden Analysen wurde auf die drei Teilschritte *Hypothesenbildung*, *Durchführung* und *Diskussion* fokussiert, da die *Fragestellung* bereits Teil der Experimentieranleitung der Lehrkraft war und im Teilschritt *Ergebnisse* ein komplexer Wechsel von linearen und nichtlinearen Texten vorliegt.

Die Verteilung der erreichten Niveaustufen im Hinblick auf Schüler:innen mit Deutsch als Erst- (L1) und Zweitsprache (L2) (Abb. 2) zeigt, dass L2-Schüler:innen im Vergleich zu L1-Schüler:innen in den Teilschritten nie Niveau 3 erreichen. Der Teilschritt *Hypothesenbildung* wurde ausschließlich von L1-Schüler:innen schriftlich festgehalten. Mehr als 40 % der Versuchsprotokolle, die von L2-Schüler:innen verfasst worden sind, weisen beim Teilschritt *Diskussion* Niveau 0 auf.



* Die Anzahl der Versuchsprotokolle weicht bei diesem Teilschritt von dem Wert aus Tabelle 7 ab, da hier lediglich lineare Texte zur Analyse einbezogen wurden.

Abbildung 1. Verteilung der erreichten Niveaustufen in den einzelnen Teilschritten der jeweiligen Protokollteile

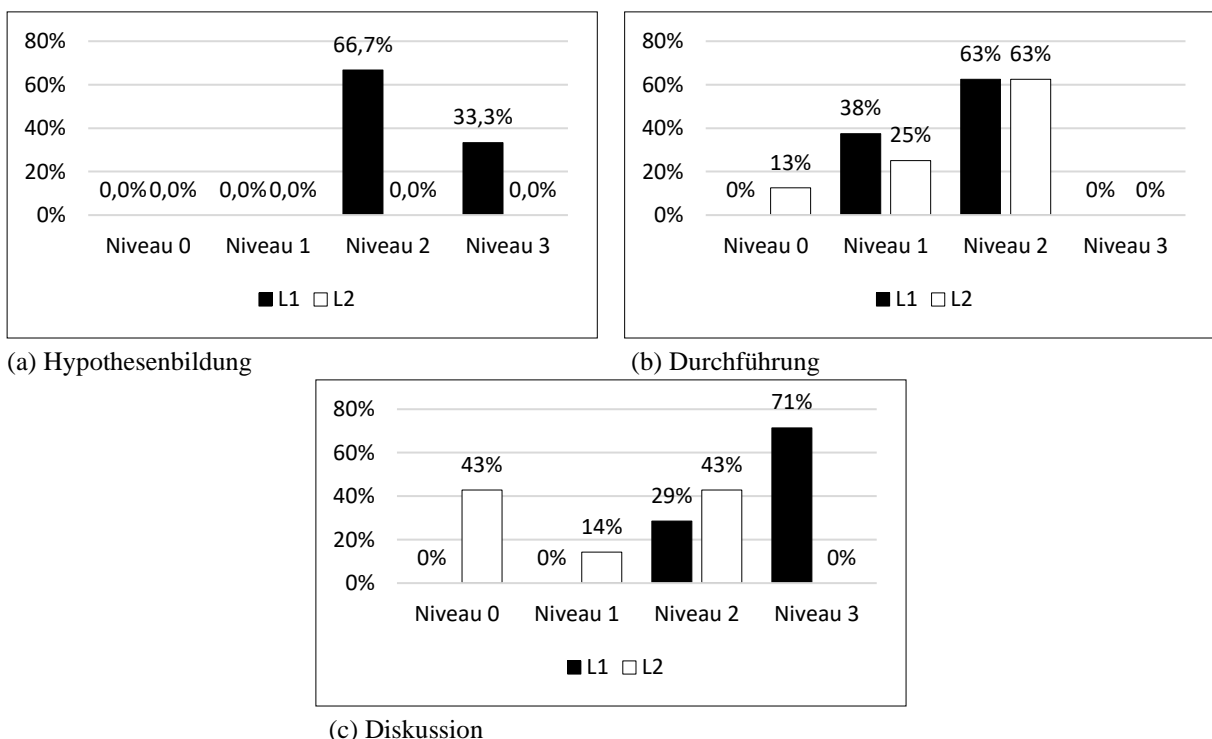


Abbildung 2. Verteilung der erreichten Niveaustufen in den Kategorien *Hypothesenbildung*, *Durchführung* und *Diskussion* im Hinblick auf L1- und L2-Schüler:innen

Im Rahmen der folgenden Kapitel werden für alle Protokollteile Leitzitate angeführt und beschrieben. Sie sollen exemplarisch illustrieren, wie die Teilschritte des Experimentierprozesses von den Schüler:innen sprachlich umgesetzt wurden, um wiederkehrende Muster von Herausforderungen zu veranschaulichen.

5.2.1 Qualitative Analyse des Teilschritts *Hypothesenbildung*. Abbildung 1 zeigt, dass all jene Versuchsprotokolle, die den Protokollteil *Hypothesenbildung* besitzen (35,3 %), auch auf Textebene eine Hypothese aufweisen, die eine Vorhersage trifft, welche im Rahmen des nachfolgenden Experiments

überprüft werden kann. Zwei Drittel der generierten Hypothesen weisen allerdings keine Begründung auf (Niveau 2, s. H1).

H1: „Meine Hypothese wäre, dass eine Pflanzenkeimung ohne Wasser NICHT möglich wäre und sie auch mit nur Watte als Untergrund äußerst erschwert wäre.“ (wdamr)

Begründete Vermutungen weisen ein Drittel der formulierten Hypothesen auf (Niveau 3), wie etwa Textausschnitt H2 illustriert:

H2: „Grundsätzlich glaube ich, dass die Samen in der Erde schneller reifen müssten als die in der Watte, da sie mehr Nährstoffe vom Boden erhalten.“ (mdams)

Der Verfasser von H2 formuliert die Vermutung, dass Erde als Substrat Samen schneller „reifen“ lasse als Watte. Seine Vermutung begründet er damit, dass Samen aus dem Boden „mehr Nährstoffe“ erhalten.

5.2.2 Qualitative Analyse des Teilschritts Durchführung. In 15 von 16 Versuchsprotokollen, die den Protokollteil *Durchführung* besitzen, konnte eine Beschreibung der einzelnen Handlungsschritte des Experiments gefunden werden. Ein Versuchsprotokoll erfüllte die Anforderungen an eine Durchführung nicht (Niveau 0, s. V1), da alle wesentlichen inhaltlichen Elemente, die für eine Dokumentation des Experiments notwendig gewesen wären (Tab. 6), fehlen:

V1: *„Pflanzen werden jeweils verschiedene Umweltbedingungen ausgestellt.“* (mdaze)

Etwa ein Drittel der Versuchsprotokolle weisen eine lückenhafte Dokumentation des Experiments auf. Es fehlen die Identifikation des Forschungsobjekts und der unabhängigen Variablen sowie Äußerungen zu deren Ausprägung (Niveau 1, s. V2).

V2: *„Zuerst haben wir uns überlegt, unter welche Bedingungen wir unsere Versuche durchführen sollten, dann sind wir auf folgende Ideen gekommen: unter die Bedingungen von Wasser (trocken), Temperatur (warm, kalt), Licht (dunkel) und Erde (Watte). Nach die Durchführung, haben wir unsere Experimente auf ihre passende Plätze gebracht und das für zwei Wochen.“* (wdazc)

Die verbleibenden Versuchsprotokolle (62,5 %) wurden Niveau 2 zugeordnet (s. V3), wie etwa der folgende Textausschnitt illustriert:

V3: *„Von den sechs Wölbungen in unserem improvisierten Treibhaus befüllten wir drei mit Erde und drei mit Watte, wobei die in diese Böden eingesetzten Kressesamen entweder mit Destillat und Leitungswasser bewässert wurden. Einmal haben wir das Wasser auch ganz weggenommen.“* (mdamt)

Der Verfasser von V3 führt im Rahmen seiner Versuchsbeschreibung die verwendeten Materialien („improvisierten Treibhaus“) sowie das zu untersuchende Forschungsobjekt („Kressesamen“) an. Er benennt die unabhängigen Variablen („Erde“, „Watte“, „Destillat“, „Leitungswasser“, ohne Wasser), spart allerdings die damit verbundene Identifikation und Ausprägung der abhängigen Variablen aus.

5.2.2 Qualitative Analyse des Teilschritts Diskussion. Etwa ein Viertel der 14 Versuchsprotokolle weisen entweder gar keine Diskussion (Niveau 0, s. D1) oder eine unpräzise Schlussfolgerung der gewonnenen Daten unter Einbezug reflexiver Aussagen (Niveau 1, s. D2) auf.

D1: *„Bis die Ergebnisse deutlich wurden hat eine Zeit lang gedauert. Jedoch habe ich am Ende erkannt, dass die Pflanzen nicht stark gekeimt haben, deswegen arbeiteten wir letztendlich mit den nasen gekeimten Pflanzen des [Lehrers]. Letztendlich machte ich die Erfahrung, dass sich der erste Durchgang von dem zweiten unterschieden hat.“* (mdazf)

Der Verfasser von D1 beschreibt seine Beobachtungen, die er während des Versuchs gemacht hat („dass die Pflanzen nicht stark gekeimt haben“, „dass sich der erste Durchgang von dem zweiten unterschieden hat“). Eine Deutung der Daten bleibt aus.

D2: *„Der Versuch war nicht schwer hat aber lange gedauert bis man zu Ergebnissen kommen konnten. Mir hat der Versuch besonders gut gefallen weil ich nun auf neue Erkenntnissen gekommen sind wie sich z.b Pflanzen in verschiedenen Temperaturen entwickeln können.“* (mdaza)

Der Verfasser von D2 reflektiert seinen Arbeitsprozess („war nicht schwer“, „hat aber lange gedauert“) und formuliert eine persönliche Wertung über das durchgeführte Experiment („Mir hat der Versuch besonders gut gefallen“). Als Schlussfolgerung führt er an, dass sich „Pflanzen in verschiedenen Temperaturen entwickeln können“. Ein Bezug zur Hypothese wird nicht hergestellt.

35,7 % der Versuchsprotokolle wurden Niveau 2 (s. D3) und Niveau 3 (s. D4) zugeordnet.

D3: *„Wenn wir die vorhandenen Werte anschauen, kommen wir darauf, dass ohne Wasser, Wärme, und Erde die Kerne so gut wie gar nicht wachsen. Andere Bedingungen wie Licht oder Dunkelheit oder evtl. auch Luftfeuchtigkeit dann eine Rolle spielen wenn die drei Grundbedingungen die ich am Anfang aufgezählt habe vorhanden sind.“* (mdaze)

Der Schüler von D3 deutet wertneutral die gewonnenen Daten, indem er diese miteinander vergleicht („Andere Bedingungen wie Licht oder Dunkelheit [...] eine Rolle spielen wenn die drei Grundbedingungen die ich am Anfang aufgezählt habe vorhanden sind“). Die Schlussfolgerung wird vor dem Hin-

Tabelle 8

Rangliste der Substantive und Verben in den jeweiligen Teilschritten nach ihrer Gesamthäufigkeit.

| | | Anzahl der Wörter im Teilschritt | | |
|---|-------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | | Hypothesen- bildung | Durch- führung | Diskussion d. Ergebnisse |
| Biologisch normierte Wör- ter (BNW) | keimen | 4 | 0 | 7 |
| | Kressesamen | 0 | 6 | 1 |
| | Nährstoffe | 1 | 0 | 4 |
| | Keimung | 1 | 1 | 2 |
| | Mineralstoffe | 1 | 1 | 1 |
| Allgemein bildungssprachliche Wörter (ABW) | Wachstum | 2 | 0 | 6 |
| | Bedingungen | 0 | 2 | 3 |
| | Experiment | 1 | 3 | 0 |
| | Menge | 4 | 0 | 0 |
| | Pflanzenschälchen | 0 | 4 | 0 |
| | vermuten | 2 | 0 | 2 |
| Alltagssprachliche Wör- ter (AW) | Erde | 5 | 47 | 9 |
| | Wasser | 6 | 29 | 13 |
| | Watte | 4 | 29 | 2 |
| | stellen | 0 | 22 | 2 |
| | Karton | 0 | 22 | 1 |
| Unpräzise Wörter und Phrasen (UWP) | Samen | 3 | 25 | 4 |
| | Versuch | 0 | 6 | 3 |
| | machen | 1 | 2 | 1 |
| | tun | 0 | 2 | 1 |
| | Pflanzensamen | 1 | 0 | 1 |

tergrund der Fragestellung allerdings falsch gezo- gen, da etwa die im Protokollteil *Ergebnisse* aufge- listeten Daten zeigen, dass „Kerne“ auch auf Watte keimen konnten.

D4: „Das meiste Wachstum fand bei der Kombi- nation vom meisten Licht, meisten Wasser und [...] der Erde, statt. Grundsätzlich ist anzunehmen: Desto mehr Wasser, Licht und Nährstoffe im Bo- den, desto mehr Wachstum. [...] Watte scheint zu schnellerem Austrocknen zu führen – möglicher-

weise weil sie das Wasser schlechter bindet als die Erde, und es dementsprechend schneller verdunstet.“ (mdamv)

Der Verfasser von D4 fasst seine Ergebnisse im Rah- men der Diskussion noch einmal zusammen und be- urteilt diese vor dem Hintergrund der Fragestellung weitgehend fachlich korrekt. Auffallend ist, dass der Schüler in seiner Ausführung auf die Vorstellung zu- rückgreift, dass Pflanzen Nährstoffe aus dem Boden aufnehmen.

5.3 Lexikalisch-semantische Umsetzung

Während im vorherigen Kapitel die Analyse einzelner Schritte des Experimentierprozesses im Mittelpunkt stand, soll nachfolgend der Fokus auf der lexikalisch-semantischen Umsetzung liegen. Hierfür werden die Analyseergebnisse der Kategorie *Lexik & Semantik* herangezogen. Im Zuge der Analyse wurden die fünf häufigsten Substantive und Verben in den Teilschritten *Hypothesenbildung*, *Durchführung* und *Diskussion der Ergebnisse* für die jeweiligen Unterkategorien ermittelt (Tab. 8). Die dadurch entstandene Rangliste der Auftretenshäufigkeit soll einen ersten Eindruck verschaffen, auf welche Wörter Schüler:innen beim Protokollieren am häufigsten zurückgreifen, um darauf aufbauend mögliche Zusammenhänge mit der Güte der Teilschritte des Experimentierprozesses abzuleiten.

Innerhalb der Kategorie *Unpräzise Wörter und Phrasen* (UWP) lassen sich Substantive, wie etwa *Samen* oder *Pflanzensamen*, finden, die durchaus auch biologisch normierten Wörtern (BNW) zugeordnet werden könnten. Im Rahmen des vorliegenden Experiments wurden diese allerdings als unpräzise kodiert, da Keimungsbedingungen unterschiedlicher Samen variieren können. Es reicht somit im Zuge des Experiments nicht aus, nur von (*Pflanzen*-)Samen zu sprechen. Ein Kompositum aus dem Na-

men der Pflanzenart und dem Substantiv Same ist im fachlichen Kontext daher adäquater. Abbildung 3 zeigt die Häufigkeit, mit der L1- und L2-Schüler:innen auf BNW, ABW, AW sowie UWP in den einzelnen Teilschritten des Experiments zurückgegriffen haben.

6 Diskussion

6.1 Herausforderungen der Textsorte Versuchsprotokoll

Im Rahmen dieser Studie wurden 17 Versuchsprotokolle eines Kressekeimungs-Experiments von Schüler:innen der Jahrgangsstufe 10 sowohl auf textueller als auch auf lexikalisch-semantischer Ebene analysiert. Auf textueller Ebene galt es zu untersuchen „worüber gesprochen“, auf lexikalisch-semantischer Ebene, „mit welchen Ausdrücken, wie, darüber gesprochen wird“ (Adamzik, 2001, S. 20). Um die Frage nach den Herausforderungen, die das Versuchsprotokoll an Lernende stellt, zu beantworten (Forschungsfrage 1), ist das Aufzeigen von Zusammenhängen zwischen dem Textinhalt sowie dem Einsatz von bestimmten Ausdrücken auf lexikalisch-semantischer Ebene unabdingbar.

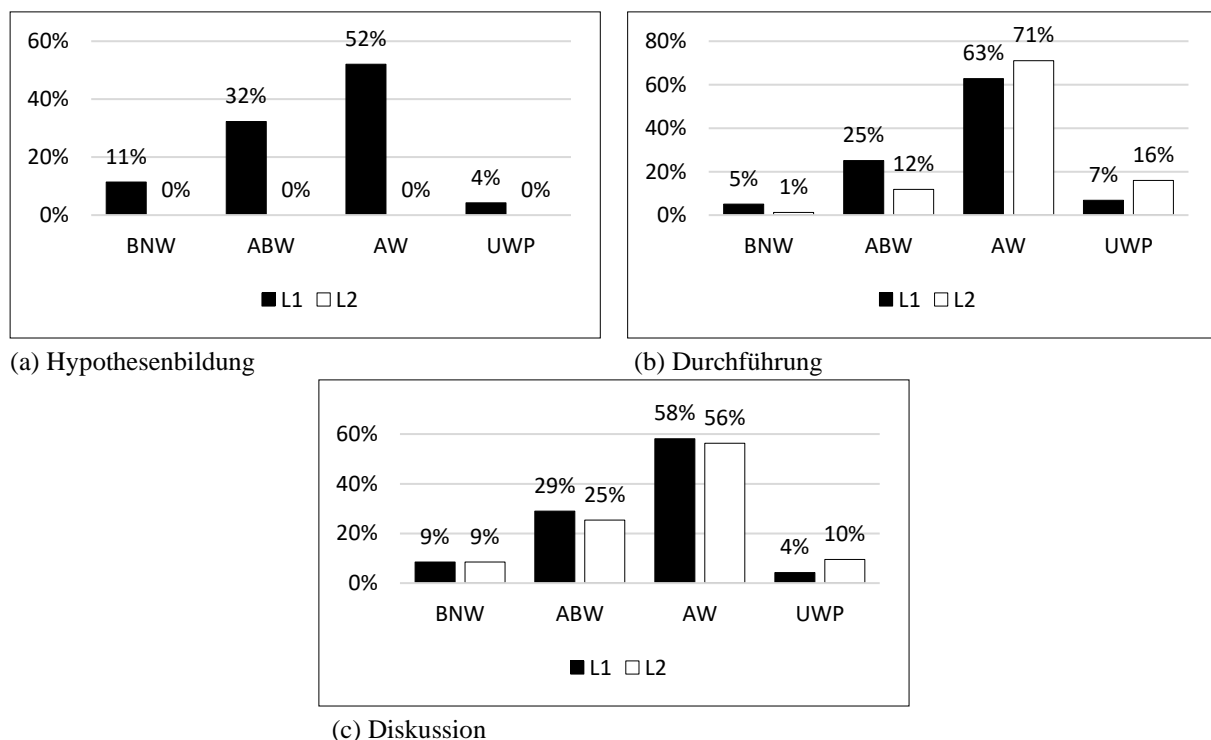


Abbildung 3. Verteilung der zugeordneten Kategorien auf lexikalisch-semantischer Ebene in den Teilschritten *Hypothesenbildung*, *Durchführung* und *Diskussion* im Hinblick auf L1- und L2-Schüler:innen

Die Untersuchung der Struktur der einzelnen Versuchsprotokolle zeigt, dass ein überwiegender Anteil den Protokollteil *Durchführung* (96,1 %) aufweist, gefolgt von *Diskussion der Ergebnisse* (82,4 %) und *Ergebnisse* (64,7 %). Obwohl die Formulierung einer Hypothese als Arbeitsschritt im Rahmen der Experimentieranleitung gefordert wurde, fehlt der Protokollteil *Hypothesenbildung* in 64,8 % der Fälle. Dass Schüler:innen untereinander mündlich Hypothesen formuliert und diese anschließend nicht in ihr Versuchsprotokoll übertragen haben, kann auf Grundlage der vorliegenden Daten nicht ausgeschlossen werden. Näher liegt allerdings die Vermutung, dass aufgrund der hohen Anzahl an fehlenden Protokollteilen Schüler:innen ohne Hypothesen experimentiert haben. Bereits Hammann (2004) thematisiert dieses Phänomen und verweist dabei auf die Notwendigkeit einer expliziten Schulung, „um Lernende an das hypothesengeleitete Experimentieren heranzuführen“ (S. 200). Des Weiteren zeigen die Ergebnisse im Bereich der Hypothesenbildung, dass nur 33,3 % der Schüler:innen ihre Hypothesen auch begründen. Das Fehlen einer Begründung spiegelt auch der kaum vorhandene Einsatz der biologisch normierten Wörter „Nährstoffe“ und „Mineralstoffe“ in den Texten wieder, die neben Wörter wie „Quellung“ bzw. „Imbibition“ im Rahmen des Keimungsprozesses in der einschlägigen Literatur (Weiler & Nover, 2008) genannt werden. Durch sie wäre es den Schüler:innen möglich, eine präzisere Vermutung des kausalen Zusammenhangs von unterschiedlichen Bedingungen auf die Keimung von Kressesamen zu formulieren. Umgelegt auf die Beschäftigung mit dem Protokollteil *Hypothesenbildung* im Unterricht bedeutet dies, Schüler:innen sowohl die Funktion dieses Textbausteins verständlich zu machen, als auch eine „inhaltliche Vorbereitung“ (Vogt, 2007, S. 51) voranzustellen. Diese Vorbereitungsphase ermöglicht es Lernenden einerseits aktiv ihren Wortschatz zu erweitern, andererseits sich mit den fachlichen Inhalten des jeweiligen Experiments vertraut zu machen, um in weiterer Folge eine begründete, zu prüfende Hypothese formulieren zu können.

Die Daten im Zusammenhang mit dem Protokollteil *Diskussion der Ergebnisse* zeigen, dass bei 21,4 % der Versuchsprotokolle auf inhaltlicher Ebene keine

Deutung der Daten, wie sie etwa Kremer et al. (2019) als Kompetenz in diesem Teilschritt anführen, ausgemacht werden konnte. Stattdessen formulieren Schüler:innen entweder subjektive Erfahrungen, die sie während der Durchführung gemacht haben, oder eine persönliche Bewertung des Experiments. Eine ähnliche personenbezogene Sichtweise auf das Experiment beschreibt Ricart Brede (2020) im Rahmen ihrer Studie zu schüler:innenseitigen Versuchsprotokollen, die sie als „explizite In-Bezug-Setzung der eigenen Person zum Versuchsgeschehen“ (S. 203) charakterisiert. In Anlehnung an Ratcliffe, Osborne, Collins, Millar und Duschl (2001) gilt es, Lernende im Unterricht dafür zu sensibilisieren, dass Daten nicht für sich selber sprechen können und daher die Diskussion der Ergebnisse ein inhärenter Teil des Versuchsprotokolls ist. Große Diskrepanzen in der Umsetzung des Teilschritts gibt es zwischen L1- und L2-Schüler:innen, die im nachfolgenden Kapitel näher beleuchtet werden sollen.

Die Ergebnisse zum strukturellen Aufbau der Versuchsprotokolle zeigen, dass der Protokollteil *Durchführung* von beinahe allen Schüler:innen vorliegt². Hinweise auf eine mögliche Erklärung dieses Phänomens liefert die Arbeit von Stehlik (2007), die offenlegt, dass Lernende mit der Textsorte Versuchsprotokoll oftmals die Dokumentation des Geschehenen assoziieren. Es liegt daher nahe, dass der Protokollteil *Durchführung* für die meisten Schüler:innen dieser Studie in seiner Funktion stellvertretend für das Versuchsprotokoll an sich steht und diesen somit bei der Erstellung ihres Protokolls, anders als etwa bei der Hypothesenbildung, auch einbeziehen. Nimmt man die Verteilung der Niveaustufen in den Fokus, so ist die Durchführung für Schüler:innen durchaus mit Schwierigkeiten verbunden. Kraus et al. (2008) sehen in diesem Zusammenhang unter anderem die Eindeutigkeit und Reproduzierbarkeit dieses Teilschritts als herausfordernd an. Die dahinterliegende Sprachhandlung des Beschreibens „zielt auf ein sprachlich vermitteltes Erkennen und Wiedererkennen“ (Feilke, 2005, S. 53) ab, die den Adressat:innen „eine Vorstellung von dem thematisierten Gegenstand“ (Rolf, 1993, S. 188) vermittelt. Damit unmittelbar verbunden ist ein entsprechend präziser sowie angemessener Wortschatz. Dies zeigen die Ergebnisse der sprachlichen Umsetzung. Auffal-

² Die Ausnahme bildet das Versuchsprotokoll einer Schülerin, das allerdings nur den Protokollteil *Ergebnisse* aufweist.

lend ist etwa, dass bei einem Keimungsexperiment im Teilschritt *Durchführung* das Verb *keimen* nie bzw. die Nominalisierung *Keimung* nur ein einziges Mal auftritt. Damit das Experiment für Adressat:innen reproduzierbar ist, müssen Aussagen über die abhängige Variable getroffen werden. Diese kann allerdings nur dann identifiziert werden, wenn auf die biologisch normierten Wörter *keimen* oder *Keimung* zurückgegriffen wird. Ähnlich verhält es sich mit dem Wort (Kresse-)Same, dessen Einsatz im Rahmen der Durchführung notwendig ist, um Äußerungen zum Forschungsobjekt tätigen zu können. So fehlt in etwa 31 % der Fälle neben der abhängigen Variablen auch die Nennung des Forschungsobjekts. Der vorliegende Fall illustriert ferner, dass die Präzision der verwendeten Wörter eine wesentliche Rolle bei der Reproduzierbarkeit des Experiments spielt. Da Keimungsbedingungen von Samen zu Samen variieren können, reicht es nicht aus, allgemein von Samen zu sprechen. Die Frage, um welchen Samen es sich handelt, ist für die Durchführung unerlässlich. Ist also ein präziser Wortschatz gar nicht oder nur unzureichend vorhanden, so werden Protokolle „lückenhaft, un- bzw. missverständlich, ungenau“ (Tajmel, 2017b, S. 316f).

6.2 Versuchsprotokolle von L1- und L2-Schüler:innen im Vergleich

Zweitsprachdidaktische Arbeiten, die sich mit Versuchsprotokollen im naturwissenschaftlichen Unterricht befassen (Moll, 2003; Beese & Roll, 2013), sehen in dieser fachtypischen Textsorte vor allem Herausforderungen für Schüler:innen mit Deutsch als Zweitsprache. Ricart Brede (2020) hingegen stellt in ihrer Studie „nur wenige signifikante Unterschiede“ (S.246) zwischen L1- und L2-Schüler:innen fest, da sich „Unterschiede in der Textgestaltung weniger auf sprachbiographische Merkmale als vielmehr auf die allgemeine Sprachkompetenz im Deutschen zurückführen lassen“ (S. 248). Zu beachten ist allerdings, dass im Rahmen dieser Studie Proband:innen (Modell-)Versuche und keine Experimente durchführten sowie nur die Protokollteile Versuchsbeobachtung (*Ergebnisse*) und Auswertung (*Diskussion der Ergebnisse*) analysiert wurden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen sowohl Unterschiede als auch gemeinsame Herausforderungen, die das Versuchsprotokoll an L1- und L2-Schüler:innen stellt (Forschungsfrage 2).

Auffallend ist zunächst, dass 66 % der L1-Schüler:innen eine Hypothese formulieren, L2-Schüler:innen dies allerdings in keinem Fall tun. Dies ist bemerkenswert, da die Aufforderung, eine Hypothese zu bilden, in den Arbeitsschritten der ausgeteilten Experimentieranleitung angeführt wurde. In Anlehnung an Krabbe (2015) kann es in diesem Fall durchaus hilfreich sein, den Teilschritt der Hypothesenbildung „losgelöst vom Versuchsprotokoll separat“ (S. 171) zu üben, um sowohl die sprachliche als auch inhaltliche Umsetzung dieses Teilschritts schrittweise anzuleiten. Didaktisch ausgearbeitete Materialien, Schüler:innen (mit Deutsch als Zweitsprache) in ihrer sprachlichen Umsetzung der Hypothesenbildung zu fördern, bieten etwa Feigenspan und Michalak (2018) an.

Die Ergebnisse für die Durchführung zeigen, dass weder L1- noch L2-Schüler:innen Niveau 3 erreicht haben. Die bereits im vorangegangenen Kapitel dargelegten Herausforderungen dieses Teilschritts dürften somit für alle Schüler:innen gelten, egal welche Erstsprache sie besitzen. Sieht man sich die Verteilung der Kategorien im Bereich *Lexik & Semantik* näher an, so erkennt man, dass L2-Schüler:innen im Vergleich zu ihren erstsprachlichen Kolleg:innen im Rahmen der Durchführung weniger biologisch normierte dafür mehr Alltagssprachliche und unpräzise Wörter verwenden. Im Hinblick auf mögliche Unterstützungswerkzeuge kann vermutet werden, dass lexikalische Hilfsmittel Beschreibungen „präziser und bildungssprachlicher“ (Tajmel, 2017b, S. 344) werden lassen können. Ergänzend schlagen zweitsprachdidaktische Arbeiten vor, Bildsequenzen als Unterstützung einzusetzen, da diese helfen können, „Vorgänge und Phänomene in ihrer zeitlichen und logischen Abfolge zu beschreiben“ (Carnevale & Wojnesitz, 2014, S. 51). Es kann angenommen werden, dass diese Unterstützungswerkzeuge allen Schüler:innen, ungeachtet ihrer Erstsprache, beim Verfassen der Durchführung zugutekommen können, da, wie Ricart Brede (2020) bereits richtig bemerkt, „alle Schüler [...] im Fachunterricht an einen ihnen oftmals nur wenig vertrauten Sprachgebrauch herangeführt werden“ (S. 248).

Die Verteilung der erreichten Niveaustufen beim Teilschritt *Diskussion* zeigt, dass auf inhaltlicher Ebene 43 % der L2-Schüler:innen keine Deutung der gewonnenen Daten vornehmen (Niveau 0) sowie 14% eine Deutung unter Einbezug einer personen-

bezogenen Sichtweise formulieren (Niveau 1). L1-Schüler:innen erreichen indessen zu 29 % Niveau 2 (L1-Schüler:innen zu 43 %) und zu 71 % Niveau 3. Vergleicht man den Einsatz von biologisch normierten, allgemein bildungssprachlichen, Alltagssprachlichen sowie unpräzisen Wörtern in den untersuchten Versuchsprotokollen so fällt auf, dass es keinen erkennbaren Unterschied zwischen L1- und L2-Schüler:innen gibt. Es kann daher für den konkreten Fall angenommen werden, dass der Einsatz von bestimmten lexikalischen Mitteln nur unwesentlich auf die Qualität der Darstellung des Teilschritts Einfluss hat. Vielmehr dürfte das Wissen über die Funktion dieses Protokollteils Einfluss auf die Ergebnisse des Teilschritts haben. Wieso gerade für L2-Schüler:innen die Umsetzung dieses Protokollteils so herausfordernd ist, muss allerdings noch erforscht werden.

Danksagung

Die Autor:innen möchten sich sehr herzlich bei Peter Lampert, Johanna Kranz sowie Peter Pany für die Unterstützung bedanken.

Literatur

- Adamzik, K. (2001). Die Zukunft der Text(sorten)linguistik. Textsortennetze, Textsortenfelder, Textsorten im Verbund. In U. Fix, S. Habscheid & J. Klein (Hrsg.), *Zur Kulturspezifik von Textsorten* (S. 15-30). Stauffenburg: Narr.
- Bayrak, C. (2020). *Vom Experiment zum Protokoll. Versuchsprotokolle schreiben lernen und lehren*. Münster & New York: Waxmann.
- Beese, M. & Roll, H. (2013). Versuchsprotokolle schreiben – zur Forderung literaler Routinen bei mehrsprachigen SuS in der Sekundarstufe I. In Y. Decker-Ernst & I. Oomen-Welke (Hrsg.), *Deutsch als Zweitsprache. Beiträge zur durchgängigen Sprachbildung. Beiträge aus dem 8. Workshop „Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund“* (S. 213-229). Stuttgart: Klett.
- Böhme, K., Bremerich-Vos, A. & Robitzsch, A. (2009). Aspekte der Kodierung von Schreibaufgaben. In D. Granzer, O. Köller, A. Bremerich-Vos, M. van den Heuvel-Panhuizen, K. Reiss & G. Walther (Hrsg.), *Bildungsstandards Deutsch und Mathematik. Leistungsmessung in der Grundschule* (S. 290-329). Weinheim: Beltz.
- Brandt, H. & Gogolin, I. (2016). *Sprachförderlicher Fachunterricht: Erfahrungen und Beispiele*. Münster: Waxmann.
- Brinker, K. (2001). *Linguistische Textanalyse: eine Einführung in Grundbegriffe und Methoden*. Berlin: Schmidt.
- Bruckermann, T., Arnold, J., Kremer, K. & Schlüter, K. (2017). Forschendes Lernen in der Biologie. In T. Bruckermann & K. Schlüter (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Experimentalpraktikum Biologie: Eine praktische Anleitung für die Lehramtsausbildung* (S.11-26). Berlin: Springer.
- Buhlmann, R. & Fearn, A. (2018). *Handbuch des fach- und berufsbezogenen Deutschunterrichts. DaF, DaZ, CLIL*. Berlin: Frank & Timme.
- Carnevale, C. & Wojnesitz, A. (2014). *Sprachsensibler Fachunterricht in der Sekundarstufe. Grundlagen - Methoden - Praxisbeispiele*. Graz: ÖSZ.
- Feilke, H. (2005). Beschreiben - erklären - argumentieren. Überlegungen zu einem pragmatischen Kontinuum. In P. Klotz & C. Lubkoll (Hrsg.), *Beschreibend wahrnehmen - wahrnehmend beschreiben. Sprachliche und ästhetische Aspekte kognitiver Prozesse* (S. 45-59). Freiburg i. Br./Berlin: Rombach.
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). Naturwissenschaft und Sprache. In U. Gebhard, D. Höttecke & M. Rehm (Hrsg.), *Pädagogik der Naturwissenschaften* (S. 107-124). Wiesbaden: Springer.
- Gogolin, I. & Duarte, J. (2016). Bildungssprache. In J. Kilian, B. Brouër & D. Lüttenberg (Hrsg.), *Handbuch Sprache in der Bildung* (S. 478-499). Berlin/Boston: de Gruyter.
- Gogolin, I. & Lange, I. (2011). Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung. In S. Fürstenau & M. Gomolla (Hrsg.), *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit* (S. 107-127). Wiesbaden: Springer.
- Gropengießer, H., Kattmann, U. & Krüger, D. (2010). *Biologiedidaktik in Übersichten*. Hallbergmoos: Aulis.
- Grube, C. (2010). *Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Untersuchung der Struktur und Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. Kassel: Dissertation.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle: Merkmale und ihre Bedeutung - dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. *MNU*, 57(4), 196-203.
- Heitzmann, A. (2019). Von der Alltagssprache zur Fachsprache gelangen. In P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.-9. Schuljahr* (S. 75-88). Bern: utb.
- Heppt, B., Haag, N., Böhme, K. & Stanat, P. (2015). The role of academic-language features for reading comprehension of language-minority students and students from low-SES families. *Reading Research Quarterly*, 50(1), 61–82.
- Kallmeyer, W., Klein, W. & Meyer-Hermann, R. (1974). *Lektürekolleg zur Textlinguistik, Band 1: Einführung*. Königstein: Athenäum.
- Kapelari, S. (2017). Einleitung. In S. Kapelari & F. Stampfer (Hrsg.), *Forschungsorientiertes Lernen im Biologie- und Mathematikunterricht. Ideen zur praktischen Umsetzung aus dem EU-Projekt mascil*. Innsbruck: University Press.

- Krabbe, H. (2015). Das Versuchsprotokoll als fachtypische Textsorte im Physikunterricht. In S. Schmölder-Eibinger & E. Thürmann (Hrsg.), *Schreiben als Medium des Lernen. Kompetenzentwicklung durch Schreiben*. Münster: Waxmann.
- Kraus, M.E. & Stehlik, S. (2008). Protokolle schreiben. Anregungen zur Auseinandersetzung mit einer problematischen Textsorte. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 19, 17-23.
- Kremer, K., Möller, A., Arnold, J. & Mayer, J. (2019). Kompetenzförderung beim Experimentieren. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 113-128). Wiesbaden: Springer.
- Leisen, J. (2015). Fachlernen und Sprachlernen! Bringt zusammen, was zusammen gehört! *MNU*, 68(3), 132-137.
- Lindauer, N. & Sommer, T. (2018). Verfahren der Textbeurteilung. Merkmale und Vorzüge eines holistischen Benchmarkratings. *Leseräume*, 5(5), 1-14.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 177-186). Berlin: Springer.
- Mayring, P. (2008). Neuere Entwicklungen in der qualitativen Forschung und der Qualitativen Inhaltsanalyse. In M. Gläser-Zikuda & P. Mayring (Hrsg.), *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse* (S. 7-19). Weinheim: Beltz.
- Meier, M. & Mayer, J. (2012). Experimentierkompetenz praktisch erfassen – Entwicklung und Validierung eines anwendungsbezogenen Aufgabendesigns. In U. Harms & F. X. Bogner (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik, Band 5* (S. 81-98). Innsbruck: Studien-Verlag.
- Michalak, M., Lemke, V. & Goeke, Marius (2015). *Sprache im Fachunterricht: Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht*. Tübingen: Narr.
- Moll, M. (2003). Protokollieren heißt auch Schreiben lernen. *Der Deutschunterricht*, 55(3), 71-80.
- Müllner, B. & Möller, A. (2019). Entwicklung eines Analyseinstruments zur Erfassung der sprachlichen und fachlichen Qualität von Versuchsprotokollen. In D. Krüger, A. Möller, A. Dittmer, J. Zabel, S. Nitz & A. Scheersoi (Hrsg.): *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 18 (2019), 25-40.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.
- Ratcliffe, M., Osborne, J., Collins, S., Millar R. & Duschl, R. (2001). Evidence-based practice in Science Education (EPSE). Teaching pupils 'ideas- about-science': clarifying learning goals and improving pupil performance. *Third Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*. Thessaloniki, Greece, 21-25 August 2001.
- Ricart Brede, J. (2020). *Lernersprachliche Texte im Biologieunterricht. Eine Analyse von Versuchsprotokollen von Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Erst- und Zweitsprache*. Berlin: de Gruyter.
- Rincke, K. (2010). Alltagssprache, Fachsprache und ihre besonderen Bedeutungen für das Lernen. *ZfdN*, 16, 235-260.
- Rolf, E. (1993). *Die Funktionen der Gebrauchstextsorten*. Berlin: de Gruyter.
- Schroeter-Brauss, S., Wecker, V. & Henrici, L. (2018). *Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Münster/New York: Waxmann.
- Stehlik, S. (2007). *Didaktische Rekonstruktion der Fachmethode Versuchsauswertung am Beispiel der Zentripetalkraft im Physikunterricht der Klasse 11*. Schriftliche Arbeit im Rahmen der zweiten Staatsexamensprüfung. Göttingen: Studienseminar Göttingen für das Lehramt an Gymnasien.
- Steinmüller, U. & Scharnhorst, U. (1987). Sprache im Fachunterricht: Ein Beitrag zur Diskussion über Fachsprachen im Unterricht mit ausländischen Schülern. *Zielsprache Deutsch*, 4, 3-12.
- Tajmel, T. (2017a). Die Bedeutung von ‚Alltagssprache‘ – eine physikdidaktische Betrachtung. In B. Lüdke, I. Petersen, & T. Tajmel (Hrsg.), *Fachintegrierte Sprachbildung: Forschung, Theoriebildung und Konzepte für die Unterrichtspraxis* (S. 253-268). Berlin/New York: de Gruyter.
- Tajmel, T. (2017b). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis*. Wiesbaden: Springer.
- Vogt, R. (2007). Mündliche Argumentationskompetenz Beurteilen. Dimensionen, Probleme, Perspektiven. *Didaktik Deutsch*, 12(23), 33-54.

Müllner et al. (2022)

Weiler, E. & Nover, L. (2008). *Allgemeine und molekulare Botanik*. Stuttgart: Thieme.

Kontakt

Mag. Bernhard Müllner
AECC Biologie, Universität Wien
Porzellangasse 4/2/2
1090 Wien
Österreich
E-Mail: bernhard.muellner@univie.ac.at

Zitationshinweis:

Müllner, B., Bachler, T. & Möller, A. (2022). Herausforderungen und Chancen der Textsorte „Versuchsprotokoll“ im Biologieunterricht für Schüler:innen mit Deutsch als Erst- und Zweitsprache. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen*, 26, 54-74. doi: 10.11576/zdb-4347

Veröffentlicht: 22.04.2022



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 4.0 International zugänglich (CC BY 4.0 de). URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>